

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



541375

(43) 国際公開日  
2004 年 7 月 29 日 (29.07.2004)

PCT

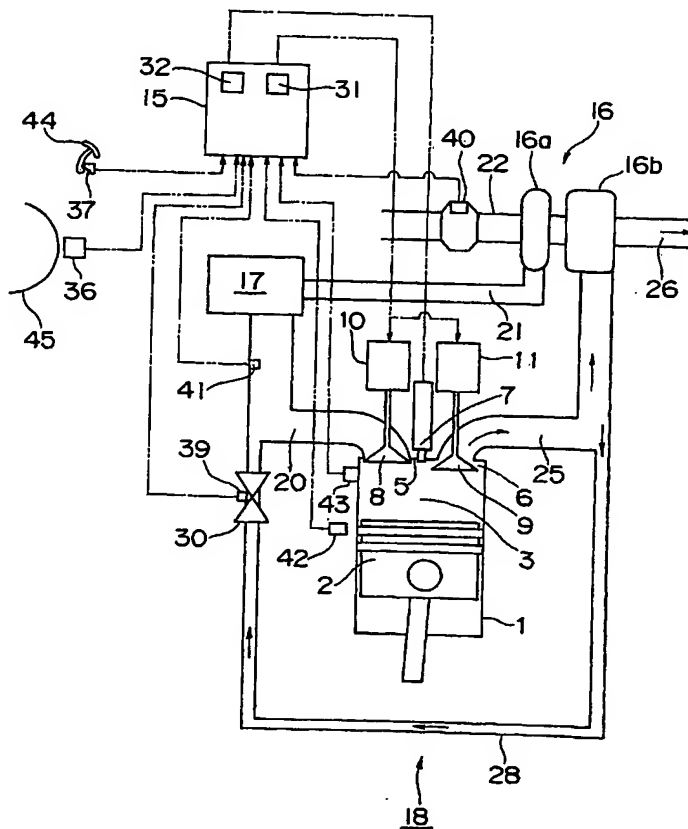
(10) 国際公開番号  
WO 2004/063545 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: F02D 13/02, 15/04 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/000192 (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 朝井 豪 (ASAI, Gou) [JP/JP]; 〒5300013 大阪府大阪市北区茶屋町 1 番 3 2 号 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP).  
(22) 国際出願日: 2004 年 1 月 14 日 (14.01.2004)  
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 河宮 治, 外 (KAWAMIYA, Osamu et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 3 番 7 号 IMP ビル 青山特許事務所 Osaka (JP).  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ: 特願2003-006063 2003 年 1 月 14 日 (14.01.2003) JP (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ヤンマー株式会社 (YANMAR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5300013 大阪府大阪市北区茶屋町 1 番 3 2 号 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF CONTROLLING PREMIX COMPRESSION SELF-IGNITING INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法



(57) Abstract: A method of controlling a premix compression self-igniting internal combustion engine in which intake air and fuel are mixed in advance in a combustion chamber and the mixture is self-ignited by compression. Optimal self-ignition timing in accordance with operation condition can be obtained with the method for improved combustion. An exhaust valve (9) is temporarily reopened during a compression stroke, and timing of closing the reopened valve is variable, so that timing of the closure is varied for an effective compression ratio at which optimal self-igniting timing can be obtained at each operation region. A valve closure timing map for the exhaust valve reopening is formed from an engine speed and load, and closure timing of the exhaust valve (9) is varied based on the map. The closure timing of the exhaust valve (9) is varied such that an effective compression ratio is increased in an operation region where the load is small, and the ratio is reduced with an increase in the load.

(57) 要約: 予混合圧縮自着火式内燃機関において、各運転状況に応じて最適な自着火時期を得られるようにして、燃焼の改善を図ることを目的としている。燃焼室内で吸気と燃料を予め混合し、圧縮することにより自着火させる内燃機関の制御方法である。排気弁 9 を圧縮行程中に一時的に再啓開させると共に、該再啓開の弁閉時期を変更自在としており、各運転領域で最適な自着火時期が得られる有効圧縮比となるように、上記再啓開の弁閉時期を変更する。機関回転数と負荷から排気弁の再啓開の弁閉時期マップを形成し、該弁閉時期マップにより、排気弁 9 の弁閉時期を変更する。特に、負荷が小さい運転領域では有効圧縮比を高め、負荷が大きくなるに従い有効圧縮比を低くするよう

[続葉有]



NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法

## 5 技術分野

本願発明は予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法に関し、主としてディーゼル機関に適した制御方法に関する。

## 背景技術

- 10 この種予混合圧縮自着火式内燃機関は、ディーゼル機関の燃焼改善のために開発されたものであり、燃焼室内で予め燃料と空気の混合気を形成し、この混合気をピストンによる断熱圧縮により昇温、昇圧させ、燃料の発火点において自着火させる燃焼方式である。この方式によると、ディーゼル機関において超リーン燃焼が可能となり、NO<sub>x</sub>とスモークの低減を達成することができる。従来例として、特開2001-271671号公報及び特開2001-280164号公報等がある。

## 発明の開示

(発明が解決しようとする技術的課題)

- 20 有効圧縮比を固定してある従来のディーゼル機関の場合、負荷（当量比）が増加すると、圧縮途中での自着火時期が早くなり、いわゆるノッキング現象を起こす場合がある。このノッキングは、機関騒音の増大並びに熱効率の低下を招く。

逆に低負荷時には、圧縮後においても、圧力及び温度等の着火要件が揃わない場合があり、失火を招くことがある。

- 25 予混合圧縮自着火式内燃機関の自着火は、基本的には混合気の温度と筒内圧によって左右されるものであり、この温度と筒内圧は有効圧縮比が主たる要因となって決定される。たとえば過早着火によるノッキングを回避するためには、圧縮中の混合気の温度及び圧力の上昇を自着火限界値以下に抑える必要があり、また、最良の着火時期、すなわち圧縮上死点付近で自着火を起こさせるためには、圧縮

上死点における温度及び圧力を最適に制御する必要がある。

(発明の目的)

本願発明は、排気弁の再啓開の弁閉時期を変更することにより有効圧縮比を変更し、それにより各種運転領域において最適なタイミングで自着火できるように  
5 制御できるようにし、ノッキング及び失火を防止することを目的としている。

(その解決方法)

上記課題を解決するために本願請求項 1 記載の発明は、燃焼室内で空気と燃料を予め混合し、圧縮することにより自着火させる予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法において、排気弁を圧縮行程中に一時的に再啓開させ、かつ、該再啓開  
10 の弁閉時期を自在に変更することにより、有効圧縮比を、各運転領域で最適な自着火時期が得られる有効圧縮比に変更することを特徴とする予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法である。

請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の予混合圧縮自着火式内燃機関において、  
15 負荷が小さい運転領域では有効圧縮比を高め、負荷が大きくなるに従い有効圧縮比を低くするように前記再啓開の弁閉時期を制御することを特徴としている。

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法において、機関回転数と負荷に応じて、各運転領域で最適な着火時期が得られる弁閉時期を書き込んだ前記再啓開の弁閉時期マップを作成し、機関運転中、機関回転数と負荷を検出し、前記弁閉時期マップに基づいて、再啓開の弁閉時期を  
20 変更することを特徴としている。

請求項 4 記載の発明は、請求項 1 記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法において、燃料噴射開始時期を、前記再啓開の弁閉時期より遅くすることを特徴としている。

請求項 5 記載の発明は、請求項 1 記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法において、機関に EGR 装置を備え、EGR 率を検出し、EGR 率の高い運転領域では前記再啓開の弁閉時期を早くすることにより有効圧縮比を高め、EGR 率の低い運転領域では前記再啓開の弁閉時期を遅くすることにより有効圧縮比を  
25 低くすることを特徴としている。

請求項 6 記載の発明は、請求項 1 記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方

法において、吸気温度を検出し、吸気温度が高い時には、前記再啓開の弁閉時期を遅くすることにより有効圧縮比を低め、吸気温度が低い時には前記再啓開の弁閉時期を早くすることを特徴としている。

5 請求項7記載の発明は、請求項1記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法において、冷却水温度を検出し、冷却水温度が低い時には排気弁の前記再啓開の弁閉時期を早くすることにより有効圧縮比を高め、冷却水温度が高い時には前記再啓開の弁閉時期を遅くすることを特徴としている。

10 請求項8記載の発明は、請求項1～7のいずれかに記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法において、異常燃焼検出センサーによりノッキング等異常燃焼を検出し、異常燃焼時には前記再啓開の弁閉時期を遅くして、異常燃焼が生じない範囲内の最も高い有効圧縮比に変更するように制御することを特徴としている。

15 請求項9記載の発明は、請求項1～8のいずれかに記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法において、各運転領域において最高筒内圧を許容範囲内に抑える制限有効圧縮比マップを作成し、各運転領域において制限有効圧縮比を越えないように前記再啓開の閉時期を設定することを特徴としている。

(従来技術より有効な効果)

20 以上説明したように本願発明は、燃焼室内で空気と燃料を予め混合し、圧縮することにより自着火させる予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法において、排気弁を圧縮行程中に一時的に再啓開させ、かつ、該再啓開の弁閉時期を自在に変更することにより、有効圧縮比を、各運転領域で最適な自着火時期が得られる有効圧縮比に変更するようにしているので、次のような利点がある。

25 (1) 従来、制御が困難であった予混合圧縮自着火式内燃機関の着火時期を、排気弁の再啓開の変更調節、特にその弁閉時期を変更調節することにより制御するようにしている、各運転領域で最適な有効圧縮比と共に最適な自着火時期を簡単かつ的確に制御でき、これにより、過早着火の抑制(熱効率の低下阻止)、燃焼騒音の低減並びに広い運転範囲での低噴射の燃焼が容易に実現可能となる。また、着火遅れによる失火も効果的に防ぐことができる。

(2) 上記(1)の構成に加え、負荷が小さい運転領域では有効圧縮比を高め、

負荷が大きくなるに従い有効圧縮比を低くするように排気弁再啓開の弁閉時期を制御するようにすると、負荷減少時においては着火遅れを補正して、良好な着火性を確保でき、また、負荷増大時には過早着火を抑制し、ノッキング等を効果的に防止できる。

5       (3) 上記(1)の構成に加え、機関回転数と負荷により、排気弁の再啓開の閉時期マップを形成し、該排気弁の再啓開の弁閉時期マップにより、排気弁の弁閉時期を変更するようにすると、電子制御機関でセンシングが一般的になっている機械回転数と負荷をパラメータとして利用していることにより、制御ロジックが簡素になり、簡便に排気弁の動作を定義することができる。

10       (4) 上記(1)の構成に加え、燃料の噴射開始時期を、上記再啓開の弁閉時期より遅くするようにすると、再啓開時に噴射燃焼を排気孔から抜けるのを防止でき、燃焼の浪費を防ぐことができる。

15       (5) 上記(1)の構成に加え、EGR装置を備えた内燃機関において、EGR率の高い運転領域では排気弁の再啓開の弁閉時期を早くすることにより有効圧縮比を高め、EGR率の低い運転領域では排気弁の再啓開の弁閉時期を遅くすることにより有効圧縮比を低くするようにしていると、EGR率の変更に伴って混合気の着火性(自着火時期)が変化しても、最適な着火時期に補正することができる。

20       (6) 上記(1)の構成に加え、吸気(給気)温度を検出し、吸気温度が高い時には、排気弁の再啓開の弁閉時期を遅くすることにより有効圧縮比を低め、吸気温度が低い時には再啓開の弁閉時期を早くするようにしていると、吸気温度の変化に伴って混合気の着火性が変化しても、最適な着火時期にそれを補正することができる。

25       (7) 上記(1)の構成に加え、冷却水温度を検出し、冷却水温度が低い時には排気弁の再啓開の弁閉時期を早くすることにより有効圧縮比を高め、冷却水温度が高い時には再啓開の弁閉時期を遅くするようにすると、冷却水温度の変化に伴って混合気の着火性が変化しても、最適な着火時期にそれを補正することができる。

(8) 上記(1)の構成に加え、ノックセンサーによりノックを検出した時には、

有効圧縮比を下げると共に、ノック限界内で最も高い有効圧縮比を維持するようにすると、運転条件の大きな変化により、仮に前記各制御下において過早着火によるノッキング等が生じても、ノッキングが生じない範囲まで補正できると共に、ノックが生じない状態で熱効率を高く維持することができる。

5 (9) 各運転領域において最高筒内圧を許容範囲内に抑える制限有効圧縮比マップを作成し、各運転領域において制限有効圧縮比を越えないように排気弁の再啓開の弁閉時期を設定するようにしていると、仮に前記各制御下において過大な筒内圧が発生する状況になっても、簡単かつ速やかに筒内圧を許容最高筒内圧より低く補正でき、シリンダ等への影響を無くすることができる。

10 (10) なお、排気弁を圧縮行程において再啓開する効果としては、過給機を備えた内燃機関において、過給機を性能アップして過給圧を増加させても、排出される給気が給気ポートから燃焼室に入る加圧給気の抵抗となることはなく、給気流量を十分に確保できると共に、過給機の負担が軽減され、過給機効率が向上する。また、給気弁の遅閉じ方法に比べ、給気ポートにおける給気温度の上昇を防ぐことができ、充填効率の低下を防ぐことができる。

15

#### 図面の簡単な説明

図1は、本願発明による制御方法を実施する予混合圧縮自着火式ディーゼル機関の概略図である。

20 図2は、排気用可変型動弁装置の斜視図である。

図3は、図2の排気カムの軸芯と直角な切断面での断面図であって、両排気カムを並列に記載した図である。

図4は、図2の可変型動弁装置の再啓開用カムの平面図である。

図5は、再啓開を行なうピストン行程を示すシリンダの断面略図である。

25 図6は、本願発明による第1の制御方法を示すフロー図である。

図7は、排気弁再啓開と筒内温度の変化との関係を示す図である。

図8は、筒内温度と着火遅れの関係を示す図である。

図9は、当量比と自着火温度との関係を示す図である。

図10は、機関回転数及び負荷の変化に対する有効運転領域を示す図である。

図 1 1 は、弁閉時期マップを示す図である。

図 1 2 は、再啓開の弁閉時期と噴射開始時期との関係を示す図である。

図 1 3 は、本願発明による制御方法 2 を示すフロー図である。

図 1 4 は、EGR 率と着火時期との関係を示す図である。

5 図 1 5 は、EGR 率と目標有効圧縮比との関係を示す図である。

図 1 6 は、本願発明による制御方法 3 を示すフロー図である。

図 1 7 は、吸気温度と着火時期の関係を示す図である。

図 1 8 は、吸気温度と目標有効圧縮比との関係を示す図である。

図 1 9 は、本願発明による制御方法 4 を示すフロー図である。

10 図 2 0 は、冷却水温度と着火時期の関係を示す図である。

図 2 1 は、冷却水温度と目標有効圧縮比との関係を示す図である。

図 2 2 は、本願発明による制御方法 6 を示すフロー図である。

図 2 3 は、着火特性と有効運転領域との関係を示す図である。

図 2 4 は、本願発明による制御方法 7 を示すフロー図である。

15 図 2 5 は、筒内圧の変化を示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

添付の図面に基づいて、本発明を詳細に説明する。

##### [機関の概略]

20 図 1 ～図 5 は、本願発明による制御方法を実施するための予混合圧縮自着火式ディーゼル機関であり、図 1 はシリンダ部分並びに吸排気装置及び制御機器の配置を含む概略図である。この図 1 において、シリンダ 1 内にはピストン 2 が嵌合すると共に該ピストン 2 の頂壁とシリンダ 1 により燃焼室 3 が形成されており、燃焼室 3 の天井面には吸気孔 5 と排気孔 6 が開口すると共に電子制御式の燃料噴  
25 射弁 7 が配置されている。吸気孔 5 と排気孔 6 にはそれぞれ吸気弁 8 と排気弁 9 が配置され、両弁 8、9 はそれぞれ吸気用動弁装置 1 0 と排気用可変型動弁装置 1 1 に連動連結している。排気用可変型動弁装置 1 1 は、圧縮行程中に排気弁 9 を一時的に再啓開するように構成されており、かつ、再啓開の弁閉時期を、弁閉時期変更手段により変更できるようになっている。



機関周辺機器として、エンジンコントローラ 15 を備えると共に、過給機 16、  
インタークーラ 17 及び EGR（排気ガス再循環）装置 18 を備えている。前記  
吸気孔 5 は吸気通路 20、インタークーラ 17、吸気管 21、過給機 16 のコン  
プレッサ部 16 a、吸気管 22 を介して外気に連通し、排気孔 6 は排気通路 25、  
5 過給機 16 のタービン部 16 b 及び排気管 26 等を介して外気に連通している。  
排気通路 25 と吸気通路 20 との間を EGR 装置 18 の EGR 管 28 が連通して  
おり、該 EGR 管 28 には開度調節可能な EGR 弁 30 が設けられている。

エンジンコントローラ 15 には、CPU、演算装置及び各種記憶装置と共に、  
噴射装置 ECU（噴射弁電子制御ユニット）31 と動弁装置 ECU（動弁装置制  
10 御ユニット）32 が含まれている。エンジンコントローラ 15 の出力部には前記  
燃料噴射弁 7 及び動弁装置 10、11 が接続しており、燃料噴射弁 7 は噴射装置  
ECU 31 によって燃料噴射量及び噴射開始時期が制御され、動弁装置 10、1  
1 は、上記動弁装置 ECU 32 により、弁開閉時期が制御されるようになっ  
ている。特に排気用可変型動弁装置 11 では、排気弁 9 の再啓開の弁閉時期が制御さ  
15 れるようになっている。

エンジンコントローラ 15 の入力部には、機関回転数センサー 36 及び負荷セ  
ンサー 37 が接続すると共に、必要に応じて EGR 率認識装置 39、空気（吸  
気）流量センサー 40、吸気温度センサー 41、冷却水温度センサー 42 及び異  
常燃焼検出センサー（ノックセンサー等）43 が接続している。

EGR 率認識装置 39 は EGR 弁 39 に設けられ、EGR 率を検出（認識）す  
るようになっている。負荷センサー 37 は、アクセル装置 44 あるいは燃料噴射  
ポンプの燃料増減機構等に設けられ、負荷として燃料噴射量を検出するようにな  
っている。異常燃焼センサー 43 は、シリンダ 1 の側壁あるいはシリンダ 1 内に  
配置され、シリンダ 1 の異常振動あるいは燃焼室内の異常圧力変動を検出するこ  
とにより、ノッキング等の異常燃焼を検出するようになっている。空気流量セン  
20 ー 40 は過給機 16 より上流側の吸気管 22 に設けられ、吸気管 22 内を流れ  
る空気流量を検出するようになっている。機関回転数センサー 36 はクランク軸  
又はクランク軸に固定されたギヤ 45 あるいはホイール等に配置され、クランク  
軸回転数（機関回転数）を検出するようになっている。冷却水温度センサー 42  
25

はたとえばシリンダ周りの冷却水ジャケットに配置され、シリンダ周辺の冷却水温度を検出するようになっている。なお、該実施の形態では、上記のようにEGR装置を備えた内燃機関に適用しているが、EGR装置を備えていない内燃機関の適用することも可能である。

5      [排気用可変型動弁装置の具体例]

図1の排気用可変型動弁装置11は、前述のように再啓開可能に構成されると共に再啓開の弁閉時期が変更可能となっており、その一具体化例を図2～図4により説明する。図2～図4の排気用可変型動弁装置11は複数のカムを利用した動弁装置であり、斜視図を示す図2において、排気弁用のカム軸50には、排気行程用の主カム山51を有する第1の排気カム52と、再啓開用の可動カム山53を有する第2の排気カム54が設けられており、各排気カム52、54はそれぞれタペット60、61を介して同じ排気用ロッカーアーム62に連結し、同時並行使用されるようになっている。第1の排気カム52はカム軸50と一体に形成されているが、第2の排気カム53は、図3に示すようにカム軸50と別体に形成され、回転方向にはカム軸50と一体的に回転するが、軸芯方向に位置変更可能となるようにキーあるいはスプライン嵌合している。

図4は第2の排気カム54の平面図であり、可動カム山53は軸方向に沿って周方向の幅が変化しており、カム軸50に対して第2の排気カム54の軸方向位置を変更することにより、タペット61が当接するカム山53のプロファイルを変更し、再啓開の弁閉時期及び弁閉時期を変更できるようになっている。該実施の形態では、再啓開の弁閉時期は常に下死点付近となるように、カム山53の回転方向の前端53aが軸芯方向と平行に設定され、一方、弁閉時期は任意に変化できるように、カム山53の回転方向の後端53bが軸心方向に対して傾斜している。なお、図4は可動カム山53の形状を明確にするために可動カム山53と第2排気カム54のカム円との境を実線で示してあるが、実際は段を有することなく、滑らかに連続している。

図2～図4に示す排気用可変型動弁装置11は単なる一例であり、このような構造の他に、たとえば図2のように排気行程用の主カム山51を有する第1の排気カム52と、再啓開用の可動カム山53を有する第2の排気カム54を備えた

排気用可変型動弁装置において、再啓開用の第2の排気カム54をカム軸50に対して回転方向に位置変更可能とし、再啓開用の可動カム山53の位置を回転方向にずらすことにより、弁閉時期を変更可能とすることも可能である。なお、この場合は、可動カム山53の回転方向前端の弁閉時期に対応する部分は、第1の排気カム52の主カム山51と常にオーバーラップするように形成する。

また、排気行程用のカム山と再啓開用のカム山を一体に備えた排気カムを複数種類備え、各再啓開用のカム山の位相を異なるものとし、複数段式に切換える構造とすることも可能である。

#### [再啓開行程]

図5は機関の排気弁再啓開の様子を示しており、上段に示す吸気行程においては、吸気弁8が開いていることにより、吸気が吸気孔5から燃焼室3内に供給され、中段に示すピストン上昇過程の圧縮行程前期においては、吸気弁8が閉じられると共に下死点付近から排気弁9が一時的に再啓開し、燃焼室3内の圧縮圧力を排気孔6から抜いている。そして、下段に示す圧縮行程中期及び後期においては、再啓開の排気弁9も閉じ、実質的に吸気が圧縮される。すなわち、排気弁9を下死点付近の位置から一時的に再啓開することにより、圧縮開始時期を遅らせ、それにより有効圧縮比を下げるができるようになっている。

#### [燃焼の制御方法1]

燃焼の制御方法を説明する前提として、図7～図10により、排気弁9の再啓開における弁閉時期と筒内温度及び着火時期との関係(図7)、筒内温度と着火遅れとの関係(図8)、当量比(負荷)と自着火温度との関係(図9)並びに機関回転数及び負荷の変化に対する機関の有効運転領域(図10)の関係を説明する。

#### (筒内温度と着火遅れとの関係)

図8は、筒内温度及び筒内圧力の変化と、着火遅れとの関係を示す仮実験のデータであり、変化曲線G1, G2, G3は、筒内圧力が $G1 < G2 < G3$ の関係となっている。各変化曲線G1, G2, G3は、筒内温度が高くなる程自着火遅れが短くなることは共通の特性であるが、低圧力の曲線G1から曲線G2, G3へと圧力が高くなるに従い、着火遅れが短くなっていることが理解できる。

(排気弁の再啓開の弁閉時期と筒内温度及び着火時期との関係)

図 7 は、排気弁の再啓開 (B0~B3) の弁閉時期  $\theta_{ec}$  が、たとえば  $\theta_0, \theta_1, \theta_2, \theta_3$  と変化した場合に、筒内温度 (A0~A3) がどのように変化するかを示す図である。縦軸は排気弁リフト量及び筒内温度であり、横軸はクランク角度である。

この図 7 により、再啓開の弁閉時期  $\theta_{ec}$  が  $\theta_0$  から  $\theta_3$  へ順次遅れるにしたがい、有効圧縮比が低くなることにより、筒内温度の上昇が遅くなると共に着火時期が遅くなることが理解できる。

具体的に説明すると、図 7 には弁閉時期  $\theta_{ec}$  が  $\theta_0$  から  $\theta_3$  まで変化する 4 つ再啓開 B0, B1, B2, B3 を例として表示してあり、各再啓開 B0~B3 の弁閉時期は圧縮行程下死点 (排気行程下死点) BDC 付近に揃っている。筒内温度の変化曲線 A0, A1, A2, A3 は、それぞれ再啓開 B0, B1, B2, B3 に対応している。また、 $T_{f1}, T_{f2}, T_{f3}$  は当量比等の条件によって変化する自着火温度を示している。

この図 7 において、弁閉時期  $\theta_{ec}$  が最も早い再啓開 B0 の場合は、長い実圧縮ストロークを確保することにより有効圧縮比が高くなり、それにより温度上昇が最も早く、かつ、筒内最高温度も最も高くなる。上記再啓開 B0 に対して、再啓開 B1, B2 及び B3 のように弁閉時期  $\theta_{ec}$  が遅くなるに従い、有効圧縮比が順次低下し、温度上昇が遅くなると共に筒内最高温度も下がってくる。

着火時期は、各筒内温度変化曲線 A0, A1, A2, A3 と自着火温度  $T_{f1}, T_{f2}, T_{f3}$  との交点から求められが、いずれの自着火温度  $T_{f1}, T_{f2}, T_{f3}$  の場合でも、最も早い弁閉時期  $\theta_0$  に対応する筒内変化曲線 A0 における着火時期が最も早くなり、弁閉時期が  $\theta_1, \theta_2$  及び  $\theta_3$  と遅くなるに従い、それらに対応する変化曲線 A1, A2 及び A3 の着火時期は順次遅くなる。すなわち、再啓開の弁閉時期  $\theta_{ec}$  が早くなれば自着火時期も早くなり、弁閉時期  $\theta_{ec}$  が遅くなれば自着火時期も遅くなる関係となっている。

(当量比 (負荷) と筒内温度との関係)

図 9 は当量比と自着火温度との関係であり、燃焼室内の混合気の当量比が高くなるに従い、すなわち負荷が増大するに従い、自着火温度が下がる。すなわち、負荷 (噴射量) が増加すると、自着火温度が下がり、それにより自着火時期が早くなることが分かる。

(機関回転数及び負荷の変化に対する有効運転領域)

図10は当量比(負荷)及び機関回転数の変化に対する機関の有効運転領域を示しており、有効運転領域内を有効圧縮比の高、中、低の3つに区分けしてあるが、これは便宜上の表現であって、最適な自着火時期を確保するための有効圧縮比は実際には無段階で変更される。

この図10において、前述のように当量比(負荷)が大きい場合には、自着火温度が下がる傾向にあるので、有効圧縮比を低くすることにより、自着火時期を遅らせ、上死点付近の最適な時期まで変更する。これにより最適な燃焼を得ることができる。一方、当量比(負荷)が小さい場合には、噴射量(又は当量比)が少なくなり、自着火温度が上がる傾向にあるので、有効圧縮比を高くすることにより、自着火時期を早めて上死点付近の最適な時期に変更する。これにより最適な燃焼を得ることができる。

(再啓開の弁閉時期マップ)

図11は、図1のエンジンコントローラの記憶装置に書き込まれる再啓開の弁閉時期マップであり、図7～図9で説明した関係を基に、負荷に関しては、負荷の増加に応じて弁閉時期を遅らせ、一方、機関回転数に関しては、機関回転数の増加に応じて弁閉時期を早め、いずれも各運転状況で、最適な有効圧縮比及び上死点付近の最適な着火時期が得られるように作成されている。

(再啓開の弁閉時期に対する燃料噴射時期の設定)

図12は、横軸がクランク角度であり、縦軸は上段が筒内温度、中段が排気弁リフト量、下段が燃料噴射を示している。噴射時期の制御に関しては、図1のエンジンコントローラ15の記憶装置に、負荷及び機関回転数に応じた噴射時期マップが書き込まれるが、これに加え、噴射時期マップにより求められた噴射開始時期 $\theta_i$ と弁閉時期マップにより求められた弁閉時期 $\theta_{ec}$ を比較して、噴射時期 $\theta_i$ が弁閉時期 $\theta_{ec}$ より早い場合には、図12のように噴射時期 $\theta_i$ を弁閉時期 $\theta_{ec}$ よりもクランク角度 $\alpha$ だけ遅らせるように制御するようにプログラムに組み込まれている。

(機関回転数と負荷による燃焼制御の概要)

図6は機関回転数 $N$ と負荷(当量比) $L$ により機関の燃焼制御行なう場合のプロ

一図であるが、この図6では、EGR率、吸気温度、空気流量及び冷却水温度は考慮に入れていない。

図6のステップS1において、検出された機関回転数Nと負荷Lを入力し、ステップS2-1において、動弁装置ECU32（図1）により、弁閉時期マップ

5 （図11）に基づき、入力された機関回転数Nと負荷Nに応じた最適な着火時期が得られる弁閉時期 $\theta_{ec}$ を求める。

一方、ステップS2-2では、噴射装置ECU31（図1）により、噴射時期マップに基づき、機関回転数と負荷に応じた最適な噴射時期を求める。具体的には噴射開始時期 $\theta_i$ と噴射終了時期が求められる。

10 ステップS2-1, 2-2からそれぞれステップS3に進み、弁閉時期 $\theta_{ec}$ と噴射開始時期 $\theta_i$ とを比較し、弁閉時期 $\theta_{ec}$ が噴射開始時期 $\theta_i$ より早いかな否かを判別し、YESであれば、すなわち弁閉時期 $\theta_{ec}$ が早ければ、ステップS4に進み、前記求められた弁閉時期 $\theta_{ec}$ と噴射時期 $\theta_i$ となるように、図1の燃料噴射弁7及び排気用可変動弁装置11を制御する。

15 ステップS4においてNOであれば、すなわち弁閉時期 $\theta_{ec}$ が噴射時期 $\theta$ より遅い場合には、そのままでは噴射燃焼が排気孔6を通して抜けるので、ステップS5において、まず噴射開始時期 $\theta_i$ と弁閉時期 $\theta_{ec}$ との差を求め、ステップS6において、弁閉時期 $\theta_{ec}$ に対する適性な遅れ角 $\alpha$ を求め、ステップS7において、噴射開始時期 $\theta_i$ を弁閉時期 $\theta_{ec}$ よりも角度 $\alpha$ だけ遅れた時期に変更し、図1の燃料噴射弁7及び排気用可変動弁装置11を制御する。

20 再啓開の弁閉時期 $\theta_{ec}$ の変更による有効圧縮比及び自着火の着火時期の制御について、図7により少し具体的に説明する。図7において、自着火温度が $T_{f2}$ の運転状態において、上死点TDC付近の最適な着火時期E2を得るためには、筒内温度変化曲線A2に対応する筒内温度変化が必要となるが、該筒内温度変化曲線A2を得るためには、弁閉時期 $\theta_2$ の再啓開B2で運転する必要がある。すなわち、機関回転数及び負荷の変化により自着火温度が $T_{f2}$ で運転する場合、弁閉時期マップに基づき温度変化曲線A2に対応する弁閉時期 $\theta_2$ が求められ、該弁閉時期 $\theta_2$ により排気用可変動弁装置11（図1）が駆動される。

上記筒内温度変化曲線A2の状態から負荷が増加し、自着火温度が $T_{f3}$ まで下

がった場合には、自着火の着火時期は点E2から点E4まで移るが、過早着火により燃焼異常（ノッキング）を起こす可能性がでてくる。これに対し、弁閉時期マップに基づき、弁閉時期 $\theta_{ec}$ を $\theta_3$ まで遅らせることにより、有効圧縮比を下げ、筒内温度曲線をA3まで変化させると、自着火の着火時期は点E4から上死点付近の点E3に移り、最適な着火時期がえられる。

反対に筒内温度変化曲線A2の状態から負荷が減少し、自着火温度が $T_{f1}$ まで上がった場合には、自着火の着火時期は点E2から点E5に移るが、上死点よりも遅くなるために、着火条件が整わずに、失火の可能性がでてくる。これに対しては、弁閉時期マップに基づいて弁閉時期 $\theta_{ec}$ を $\theta_1$ まで早め、有効圧縮比を上げ、筒内温度変化曲線A1まで変化させると、自着火の着火時期は上死点付近の点E1に移り、最適な着火時期がえられる。

このように機関回転数及び負荷の変化に応じて、排気弁9の再啓開の弁閉時期 $\theta_{ec}$ を変更することにより、各運転領域において最適な有効圧縮比を実現し、これにより、自着火時期を、上死点又はその近傍の最適な時期に自在に制御することができる。

なお、図12において、該実施の形態では、噴射時期は初期噴射M1と後期噴射M2の二回に分けられるが、初期噴射M1は概ね圧縮行程の中期から中前期辺りに設定される。

#### [制御方法2]

図13～図15は、前記制御方法1に、EGR率をパラメータの1つとして加えた制御方法である。基本的な制御は制御方法1で説明しているので、重複説明は省略し、EGR率に関することのみ説明する。入力要素としては、図1のEGR率認識装置39により認識されるEGR率と、空気流量センサー40からの空気流量が加えられる。

図14はEGR率と自着火の着火時期との関係であり、EGR率が大きくなると燃焼室内の混合中のCO2が増加し、それにより着火時期が遅くなり、着火性が低下することを示している。

図15はEGR率と目標有効圧縮比との関係を示しており、上記のようにEGR率の増加により着火性が悪くなることから、着火性を向上させるためには、E

GR率が大きくなるのに対応して、目標有効圧縮比を大きくする必要がある。そのためには、図11のような弁閉時期マップにおいてEGR率の変化を加える場合に、EGR率が高くなるのに対応させて、弁閉時期が早くなるように設定し、これにより有効圧縮比を高め、着火時期が上死点付近の最適な位置になるように作成する。

図13はフロー図であり、ステップS1-1において機関回転数N及び負荷Lを入力し、ステップS1-2においてEGR率と空気流量を入力する。ステップS2において、噴射装置ECUにより、噴射量マップに基づき、入力された機関回転数NLと負荷Lから最適な基本噴射量を求め、ステップS3に進む。該ステップS3では、上記基本噴射量と、EGR率と、空気流量とから、混合気の当量比を求め、ステップS4に進む。

ステップS4では、上記求められた当量比から要求有効圧縮比を求め、ステップS5に進む。ステップS5では、求められた要求有効圧縮比から弁閉時期 $\theta_{ec}$ を求め、ステップS6に進み、排気弁の再啓開の弁閉時期 $\theta_{ec}$ を、上記求められた弁閉時期に変更する。

なお、ステップS3において、噴射量と空気流量とから仮の当量比を計算し、ステップS4において、破線で示すようにEGR率を加味し、混合気の実際の当量比を求めるフローとすることも可能である。

要するに、基本的には、EGR率の増加に対しては、弁閉時期 $\theta_{ec}$ を早くして有効圧縮比を高め、反対に、EGR率の減少に対しては、弁閉時期 $\theta_{ec}$ を遅らせて有効圧縮比を低くするように制御する。

#### [制御方法3]

図16～図18は、前記制御方法2に、吸気（給気）温度をさらにパラメータの1つとして加えた制御方法である。吸気温度以外のパラメータによる制御方法は前記制御方法1及び2で説明しているので、重複説明は避け、ここでは吸気温度に関することのみ説明する。制御の入力要素としては、吸気温度センサーからの給気（吸気）温度が加えられる。

なお、図1は過給機16を備えたディーゼル機関なので、該制御方法2の説明では、「吸気」、「吸気温度」及び「吸気温度センサー」を、それぞれ「給気」、



「給気温度」及び「給気温度センサー」と称して説明する。

図 1 7 は給気温度と着火時期との関係であり、給気温度が低くなるに従い、着火時期が遅くなり、着火性が低下することを示している。

図 1 8 は給気温度と目標有効圧縮比との関係を示しており、上記のように給気温度の低下により着火性が悪くなることから、着火性を向上させるためには、給気温度が低下するのに対応して、目標有効圧縮比を大きくさせる必要がある。そのためには、図 1 1 の弁閉時期マップにおいて給気温度の変化を加味する場合に、給気温度が低くなるのに対応させて、弁閉時期  $\theta_{ec}$  が早くなるように設定し、自着火の着火時期が上死点付近の最適な位置になるようにする。

図 1 6 はフロー図であり、ステップ S1-1, S1-2, S2 及び S3 は図 1 3 と同様であり、重複説明は省略する。ステップ S1-3 においては、機関回転数等と並行して給気温度を入力する。ステップ S4 において、ステップ S3 で求められた当量比と給気温度とから要求有効圧縮比を求め、ステップ S5 に進む。ステップ S5 では、求められた要求有効圧縮比から弁閉時期  $\theta_{ec}$  を求め、ステップ S6 に進み、排気弁の再啓開の閉時期  $\theta_{ec}$  を上記求められた弁閉時期に変更する。

要するに、基本的には、給気（吸気）温度の低下に対しては、弁閉時期  $\theta_{ec}$  を早くして有効圧縮比を高め、反対に、吸気温度の上昇に対しては、弁閉時期  $\theta_{ec}$  を遅らせて有効圧縮比を低くするように制御する。

[制御方法 4]

図 1 9 ～図 2 1 は、前記制御方法 2 に、冷却水温度をさらにパラメータの 1 つとして加えた制御方法である。冷却水温度以外のパラメータによる制御方法は制御方法 1 及び 2 で説明しているので、ここでは冷却水温度に関することのみ説明する。制御の入力要素としては、図 1 の冷却水温度センサー 4 2 からの冷却水温度が加えられる。

図 2 0 は冷却水温度と自着火時期との関係であり、冷却水温度が低くなるに従い、シリンダの温度が低下することから、着火時期が遅くなり、着火性が低下することを示している。

図 2 1 は冷却水温度と目標有効圧縮比との関係を示しており、上記のように冷却水温度の低下により着火性が悪くなることから、着火性を向上させるためには、

冷却水温度が低下するのに対応して、目標有効圧縮比を大きくさせる必要がある。そのためには、図 1 1 のような弁閉時期マップにおいて冷却水温度の変化を加味する場合に、冷却水温度が低くなるのに対応させて、弁閉時期  $\theta_{ec}$  を早くするように設定し、自着火の着火時期  $\theta_{ec}$  が上死点付近の最適な位置になるようにする。

- 5        図 1 9 はフロー図であり、ステップ S1-1, S1-2, S2 及び S3 は図 1 3 と同様であり、説明は省略する。ステップ S1-3 においては、機関回転数等と並行して冷却水温度を入力する。ステップ S4 において、ステップ S3 で求められた当量比と冷却水温度から要求有効圧縮比を求め、ステップ S5 に進む。ステップ S5 では、求められた要求有効圧縮比から弁閉時期  $\theta_{ec}$  を求め、ステップ S6 に進み、弁閉時期  $\theta_{ec}$  を上記求められた弁閉時期に変更する。
- 10

要するに、基本的には、冷却水温度の低下に対しては、弁閉時期  $\theta_{ec}$  を早くして有効圧縮比を高め、反対に、冷却水温度の上昇に対しては、弁閉時期  $\theta_{ec}$  を遅らせて有効圧縮比を低くするように制御する。

#### [制御方法 5]

- 15        図 2 2 及び図 2 3 は、前記制御方法 1 ~ 4 等に加え、過早着火によるノッキングあるいは急激な圧力上昇による燃焼騒音をより確実に防止するため、図 1 の異常燃焼センサー 4 3 による異常燃焼の検出をパラメータの 1 つとして加えた制御方法である。異常燃焼センサー 4 3 としては、具体的にはノックセンサーを用いる。なお、ノックセンサー以外のパラメータによる制御方法は制御方法 1 ~ 4 で説明しているので、ここではノックセンサーに関することのみ説明する。
- 20

図 2 3 は着火特性を示しており、横軸は有効圧縮比、縦軸は着火時期、Y は自着火の着火特性線である。斜線で示す領域は、許容着火時期限界 H1 と、許容有効圧縮比限界 H2 で囲まれた有効運転領域（燃焼許容領域）であり、着火特性が有効運転領域から外れると、過早着火によるノッキングが起こる。

- 25        上記のように着火特性が有効運転領域から外れた場合に、同領域内に戻すように排気弁の再啓閉の弁閉時期  $\theta_{ec}$  を遅らせ、有効圧縮比を下げるように制御する。ただし、有効圧縮比を下げる場合には、有効運転領域内で可能な限り高い有効圧縮比が確保できるように有効圧縮比を下げる。

具体的には、着火特性線 Y 上の有効運転領域外の点 X 1 で運転している場合に、

ノッキングが生じ、異常燃焼センサー 43 によりそれを検出した場合には、有効運転領域の限界線 H1、H2 の間近の点 X2 近傍に有効圧縮比が下がるように、弁閉時期を遅らせる。

図 22 はフロー図であり、ステップ S1～S6 までは、前記制御方法 2～5 を組み合わせたものであり、説明は省略する。ステップ S7 において、異常燃焼検出センサーからの異常検知信号が入力されているか否かを判別し、異常燃焼が生じていない場合、すなわち NO の場合は、そのまま制御は終了する。ステップ S7 において、YES の場合、すなわち過早着火によりノッキングが生じ始めた場合は、ステップ S8 に進み、弁閉時期  $\theta_{ec}$  を所定角度  $\delta\theta$  を遅らせ、ステップ S6 に戻る。

要するに、機関回転数、負荷、吸気温度及び EGR 等の検出に基づいて燃焼を制御しても、なおかつノッキング等の異常燃焼が発生する場合に、このように異常燃焼センサーによる制御によって、異常燃焼を解消する。

なお、異常燃焼センサーとしては、着火遅れによる失火等を検出するセンサーを用いることもでき、この場合は、異常燃焼検出時、再啓開の弁閉時期を早めることにより、有効圧縮比を上げ、着火時期を早めることになる。

#### [制御方法 6]

図 24 及び図 25 は、前記制御方法 1～4 に、各運転領域での筒内圧が許容最高筒内圧を越えないように抑制する制御を加えたものである。各運転領域で許容最高筒内圧に対応する制限有効圧縮比マップを作成し、排気用可変型動弁装置への指示信号が、制限有効圧縮比マップの値を越えないように、再啓開の弁閉時期を遅らせ、筒内圧力が許容最高筒内圧を越えないように制御する。

図 25 は、縦軸が排気弁リフトと筒内圧、横軸がクランク角であり、この図 25 において、ある運転領域の許容筒内圧が  $P_a$  の時、弁閉時期が  $\theta_1$  の再啓開 B1 で運転していると、筒内圧  $P_1$  は許容最高筒内圧  $P_a$  を越えることになり、シリンダに影響を与える。

これに対して、最高有効圧縮比マップに基づいて弁閉時期を  $\theta_2$  まで遅くすることにより、有効圧縮比を下げ、許容最高筒内圧  $P_a$  より低い筒内圧  $P_2$  まで下げる。有効圧縮比を下げる度合は、筒内圧  $P_2$  の最高点が許容最高筒内  $P_a$  付近で停

まるように設定する。すなわち、許容最高筒内圧  $P_a$  の領域内で、できるだけ高い筒内圧を得られるように設定する。

図 24 はフロー図であり、ステップ S1～S4までは、前記制御方法 2～4 を組み合わせたものなので、説明は省略する。ステップ S5において、要求有効圧縮比が最高有効圧縮比マップの最高有効圧縮比の値より小さいか否かを判別し、YES、すなわち小さければステップ S6に進み、要求有効圧縮比に対応する弁閉時期  $\theta_{ec}$  を求め、求めた弁閉時期  $\theta_{ec}$  及び噴射時期  $\theta_i$  により機関を駆動する。

上記ステップ S5においてNOの場合、すなわち要求有効圧縮比が最高有効圧縮比マップの最高有効圧縮比を越える場合は、ステップ S7に進み、最高有効圧縮比より小さくなるように要求有効圧縮比を補正し、再びステップ S5に戻る。

要するに、機関回転数、負荷、吸気温度及びEGR等の検出に基づいて燃焼を制御しても、なおかつ筒内圧が許容最高筒内圧を上回る場合には、弁閉時期  $\theta_{ec}$  を遅らせることにより有効圧縮比を下げ、筒内圧の過上昇によるシリンダへの影響を防ぐ。

[その他の発明の実施の形態]

本願発明は、ガス、ガソリン直噴式内燃機関にも適用可能である。

#### 産業上の利用の可能性

以上のように本発明にかかる予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法は、広範囲に内燃機関に利用できるが、特にディーゼル機関の制御に適している。

## 請 求 の 範 囲

1. 燃焼室内で空気と燃料を予め混合し、圧縮することにより自着火させる予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法において、排気弁を圧縮行程中に一時的に再啓開させ、かつ、該再啓開の弁閉時期を自在に変更することにより、有効圧縮比を、各運転領域で最適な自着火時期が得られる有効圧縮比に変更することを特徴とする予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法。
- 5
2. 負荷が小さい運転領域では有効圧縮比を高め、負荷が大きくなるに従い有効圧縮比を低くするように前記再啓開の弁閉時期を制御することを特徴とする請求項 1 記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法。
- 10
3. 機関回転数と負荷に応じて、各運転領域で最適な着火時期が得られる弁閉時期を書き込んだ前記再啓開の弁閉時期マップを作成し、機関運転中、機関回転数と負荷を検出し、前記弁閉時期マップに基づいて、再啓開の弁閉時期を変更することを特徴とする請求項 1 記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法。
- 15
4. 燃料噴射開始時期を、前記再啓開の弁閉時期より遅くすることを特徴とする請求項 1 記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法。
5. 機関に EGR 装置を備え、EGR 率を検出し、EGR 率の高い運転領域では前記再啓開の弁閉時期を早くすることにより有効圧縮比を高め、EGR 率の低い運転領域では前記再啓開の弁閉時期を遅くすることにより有効圧縮比を低くすることを特徴とする請求項 1 記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法。
- 20
6. 吸気温度を検出し、吸気温度が高い時には、前記再啓開の弁閉時期を遅くすることにより有効圧縮比を低め、吸気温度が低い時には前記再啓開の弁閉時期を早くすることを特徴する請求項 1 記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法。
7. 冷却水温度を検出し、冷却水温度が低い時には排気弁の前記再啓開の弁閉時期を早くすることにより有効圧縮比を高め、冷却水温度が高い時には前記再啓開の弁閉時期を遅くすることを特徴する請求項 1 記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法。
- 25
8. 異常燃焼検出センサーによりノッキング等異常燃焼を検出し、異常燃焼時には前記再啓開の弁閉時期を遅くして、異常燃焼が生じない範囲内の最も高い有効

圧縮比に変更するように制御することを特徴する請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法。

- 5 9. 各運転領域において最高筒内圧を許容範囲内に抑える制限有効圧縮比マップを作成し、各運転領域において制限有効圧縮比を越えないように前記再啓開の閉時期を設定することを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の予混合圧縮自着火式内燃機関の制御方法。

图 1

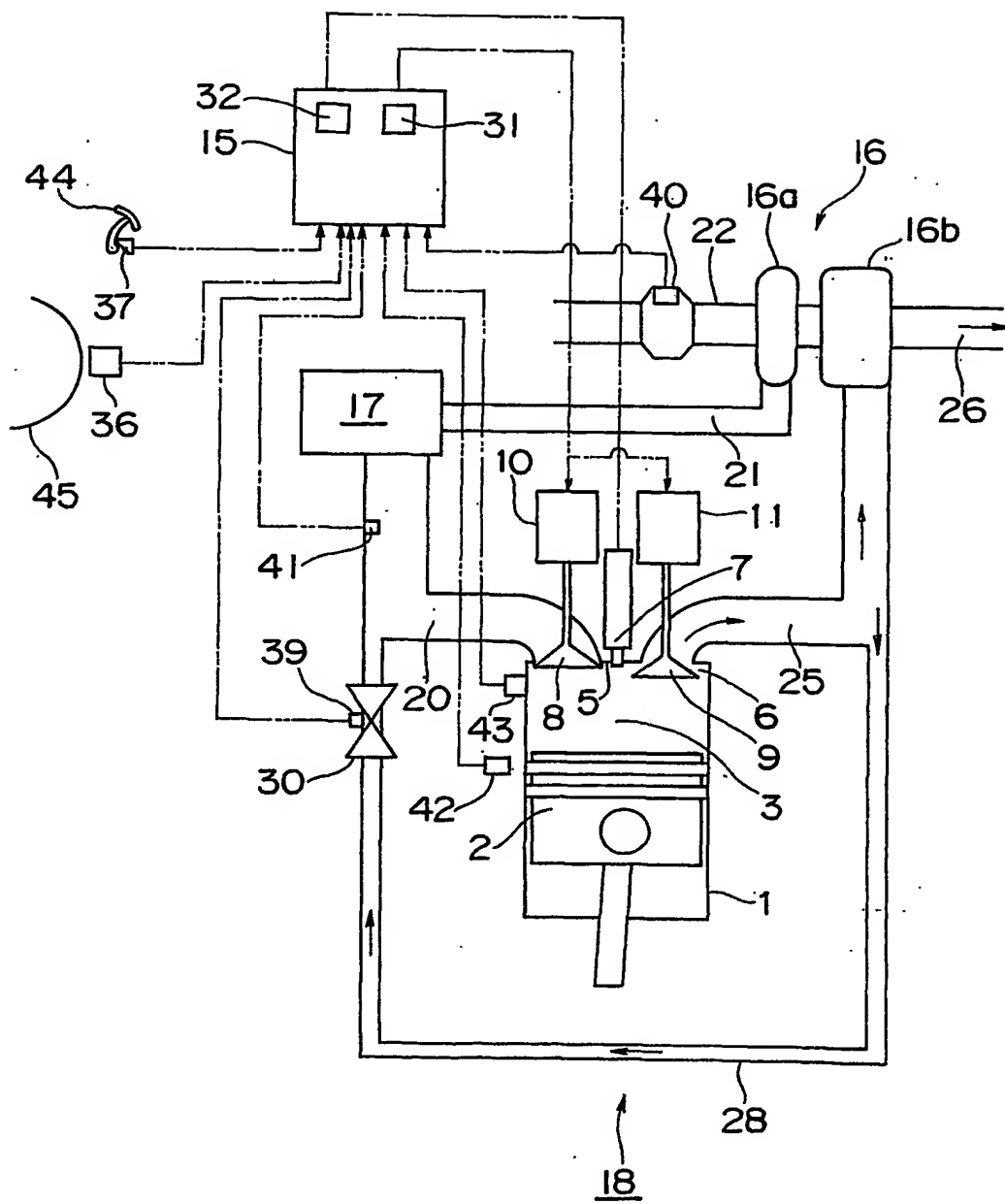


図 2

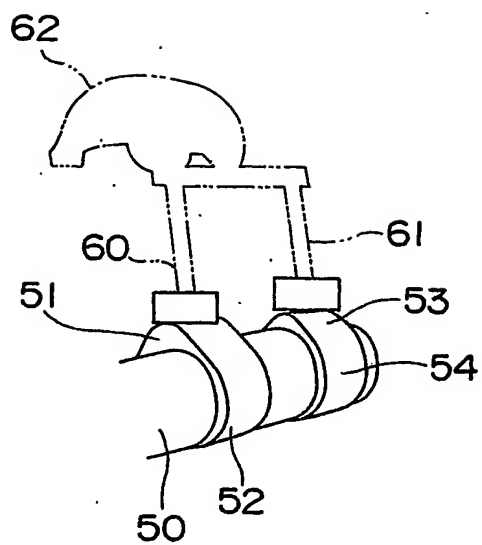


図 3

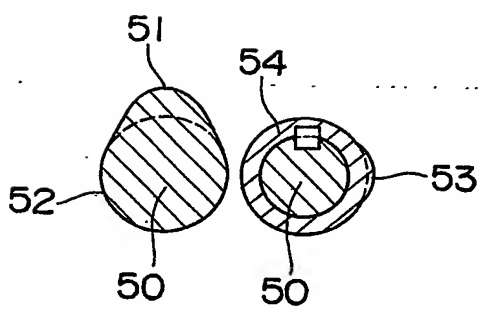
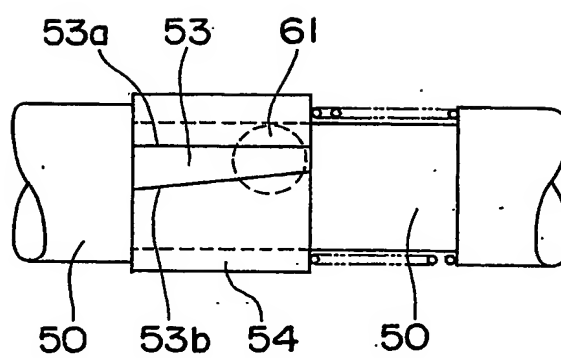


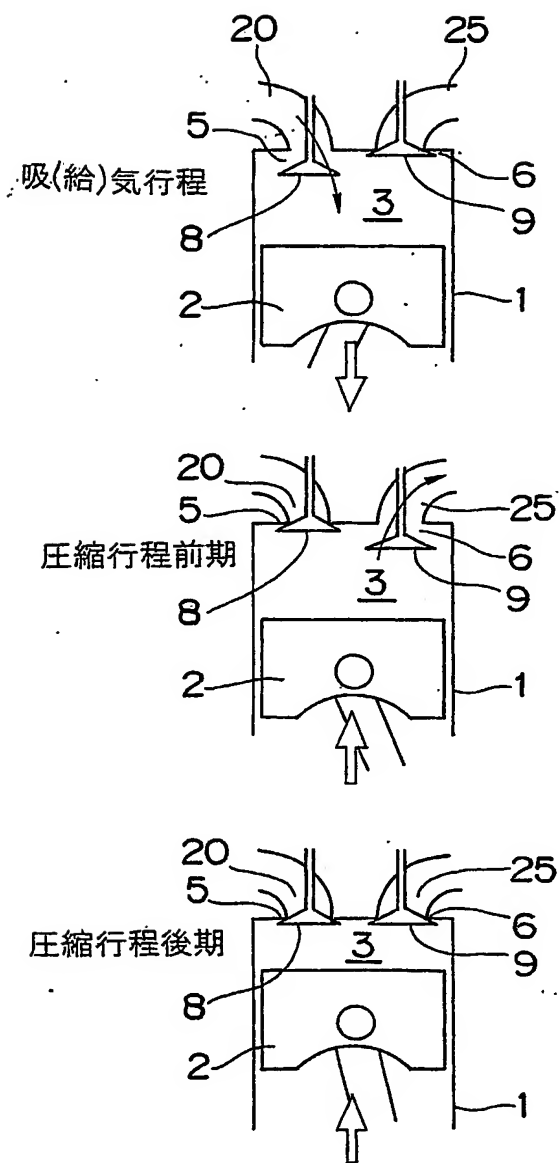


図 4



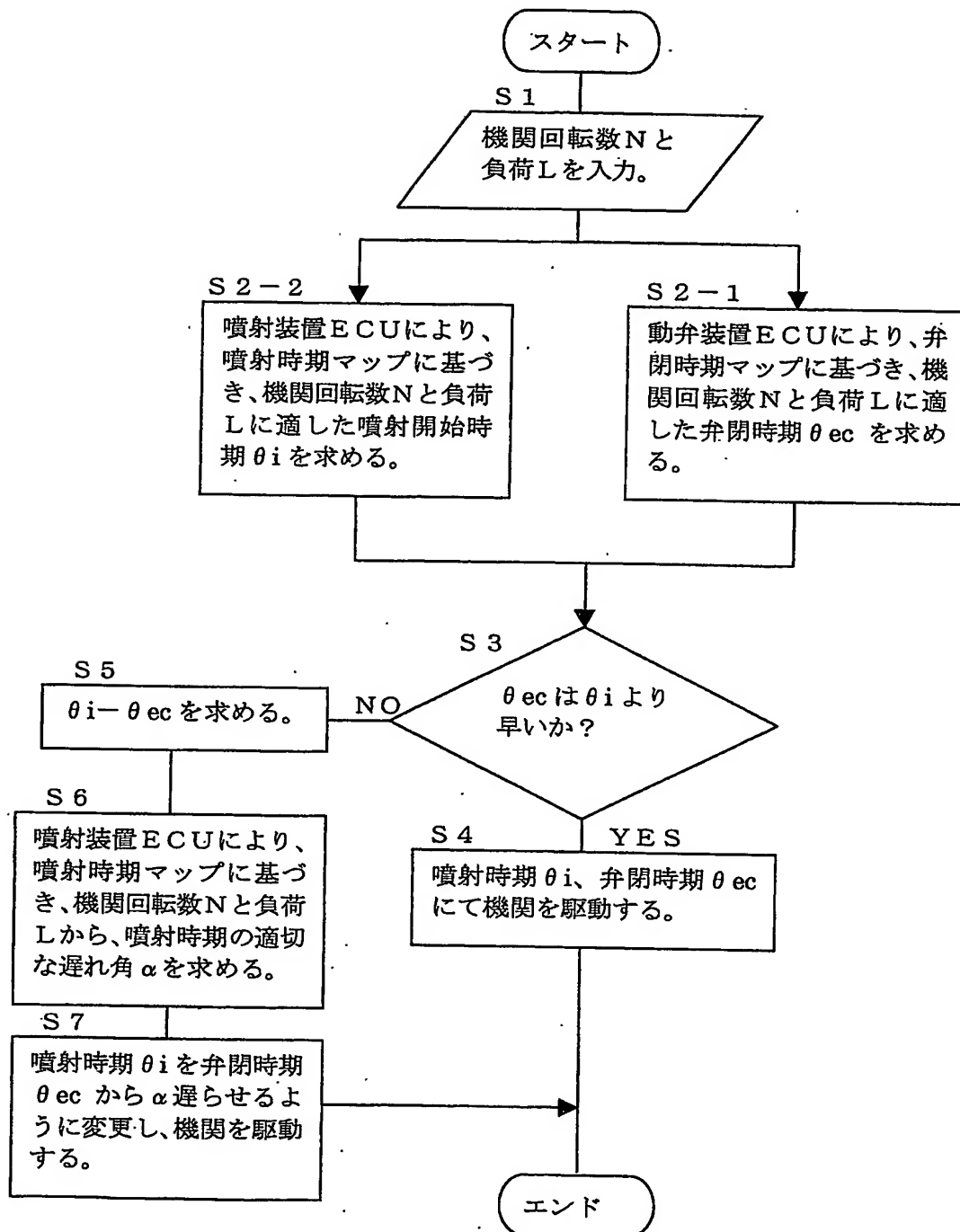
4/19

図 5



5/19

図 6



6/19

図 7

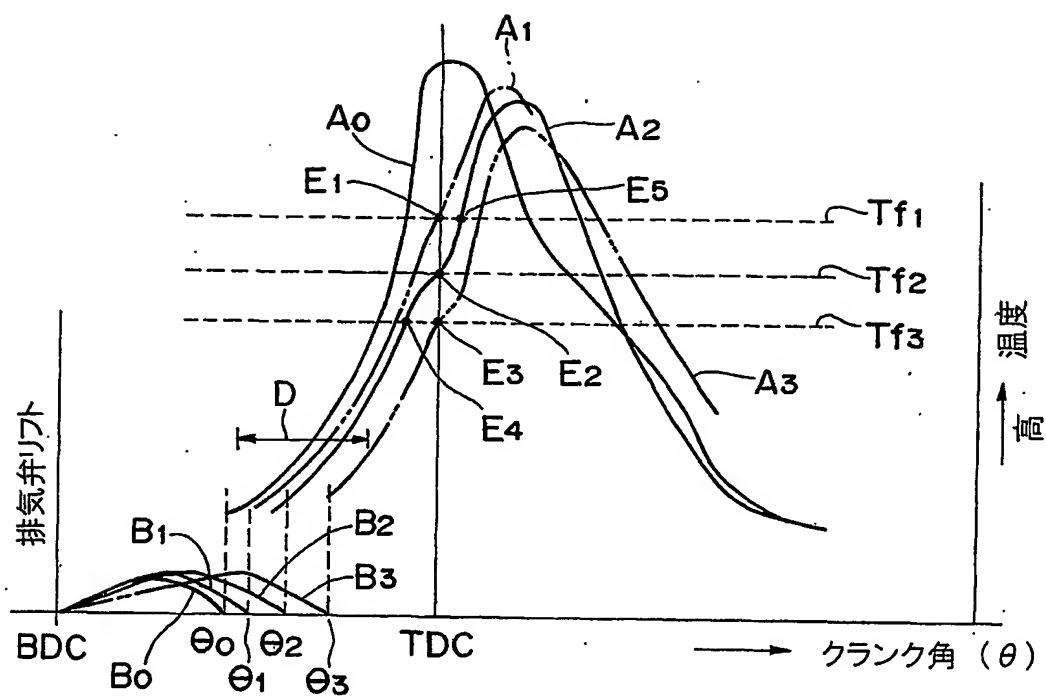


図 8

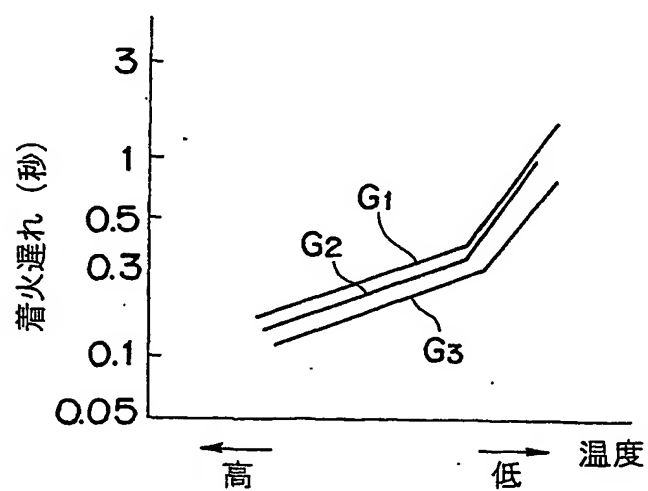
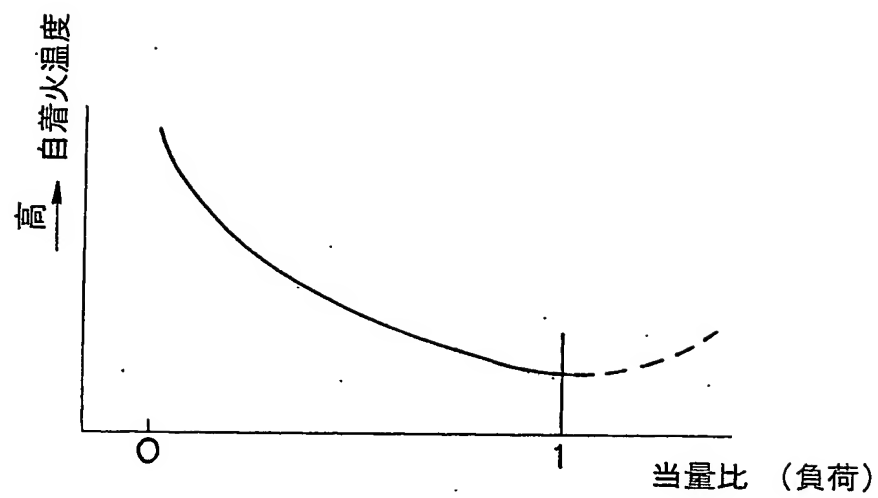


図 9



8/19

図 1 0

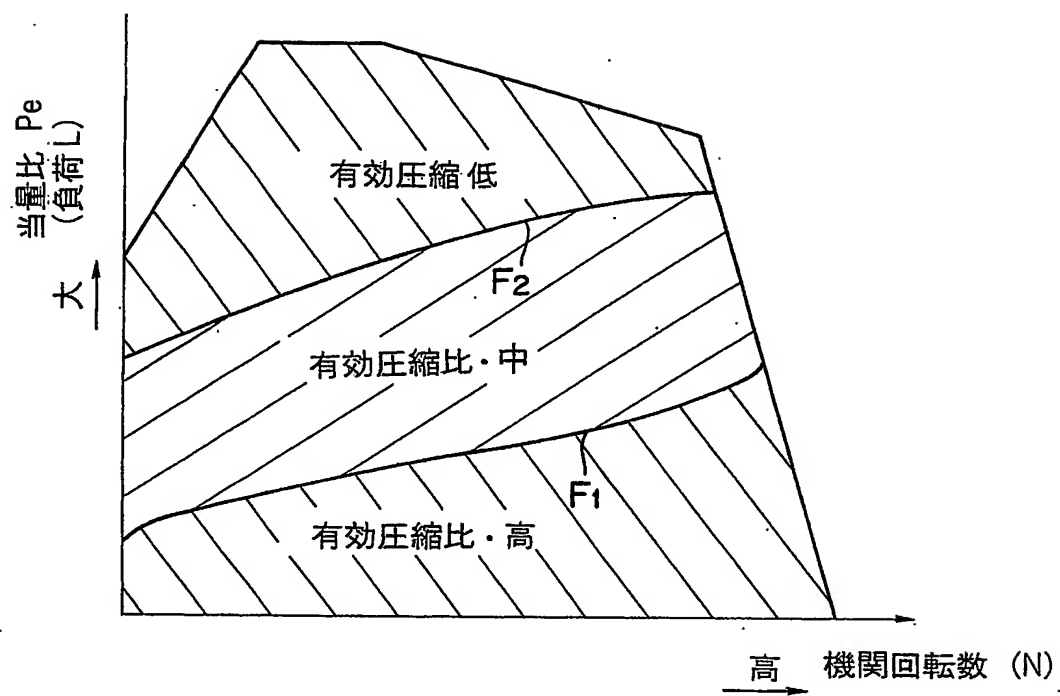
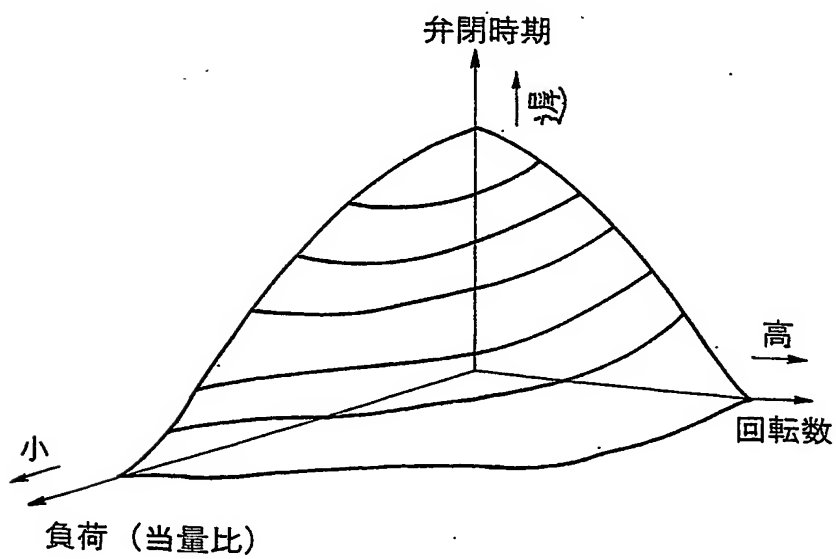
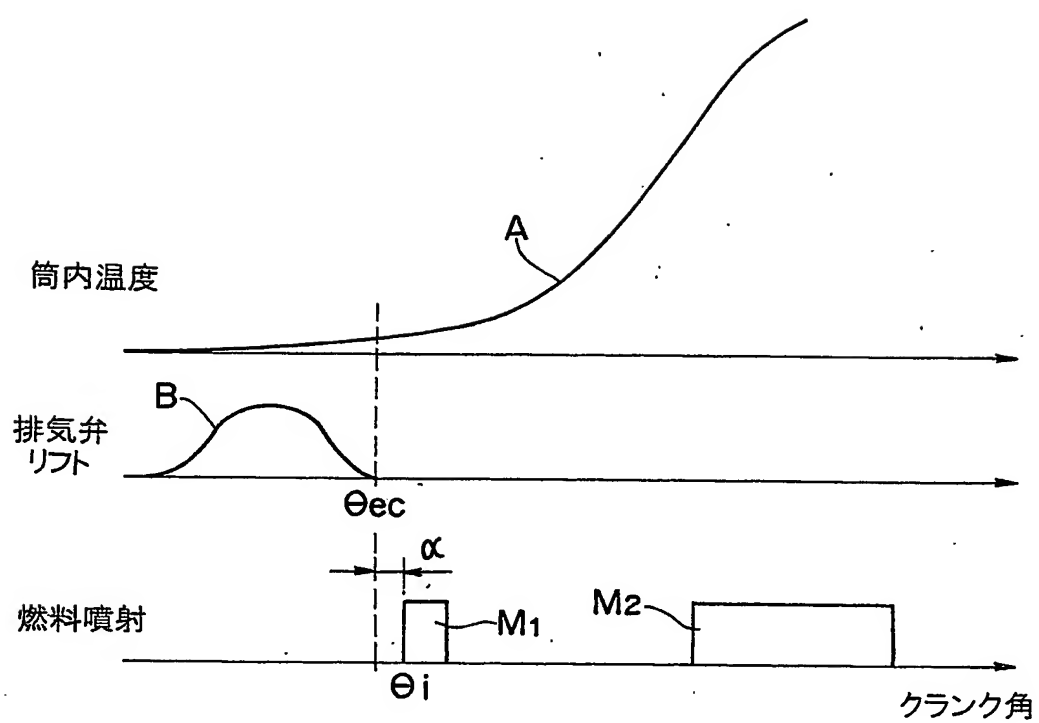


図 1 1



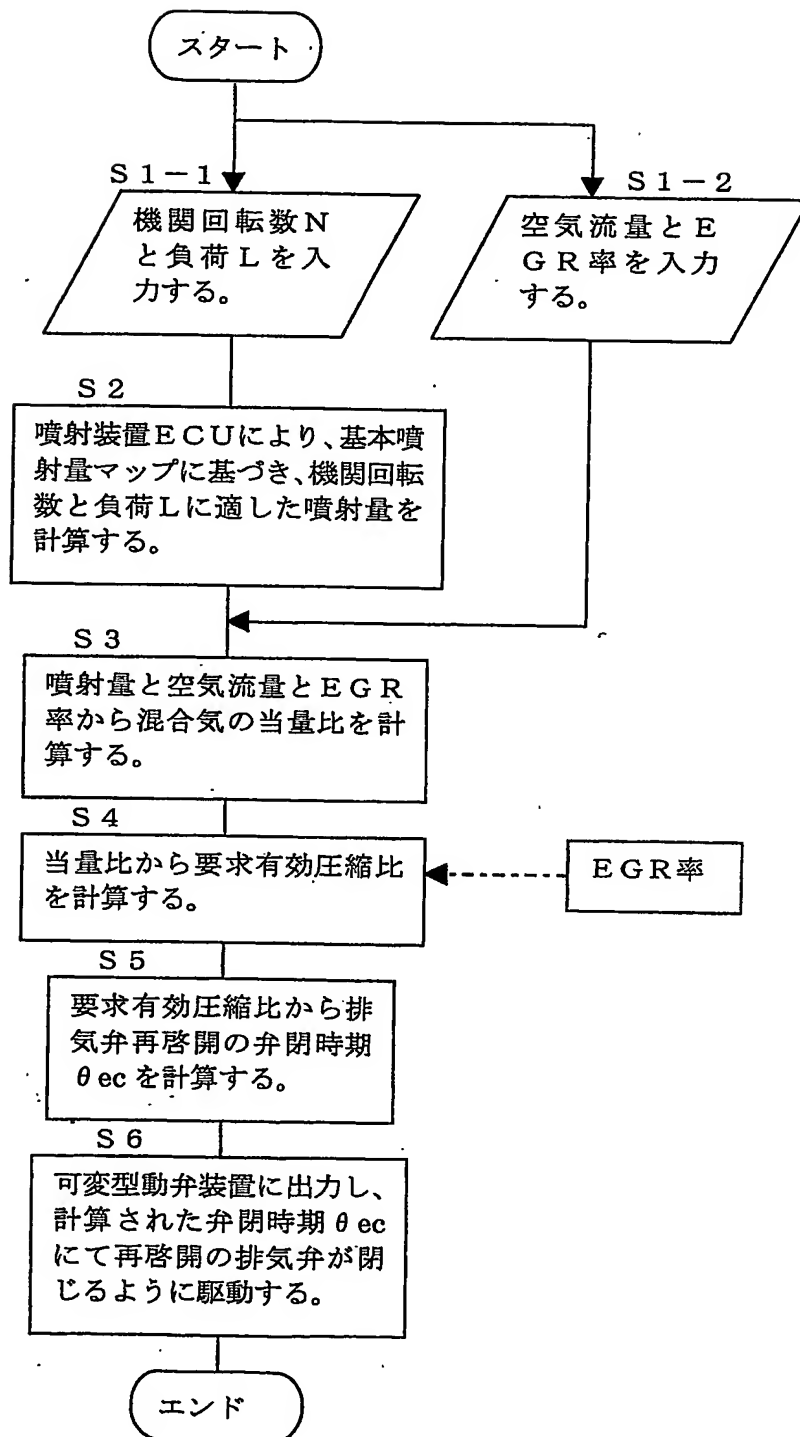
9/19

図 1 2



10/19

図 13





11/19

図 1 4

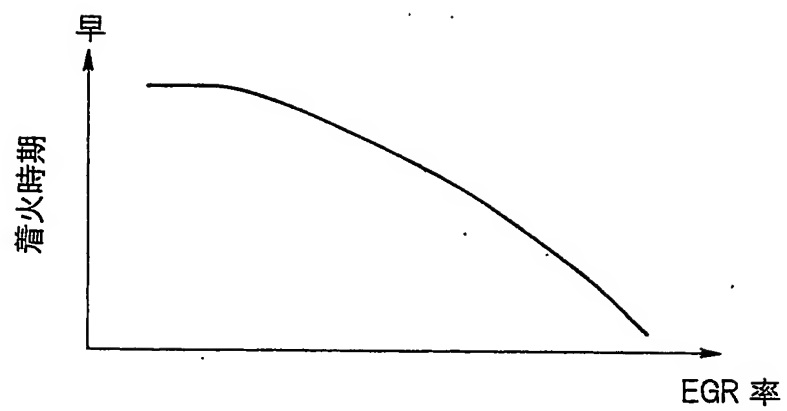
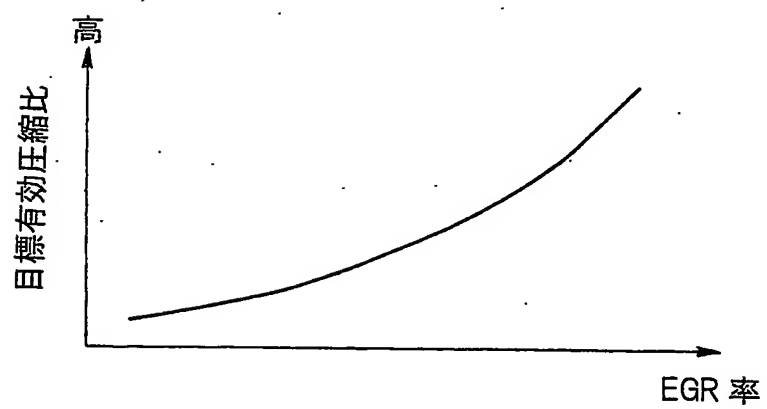


図 1 5



12/19

図 16

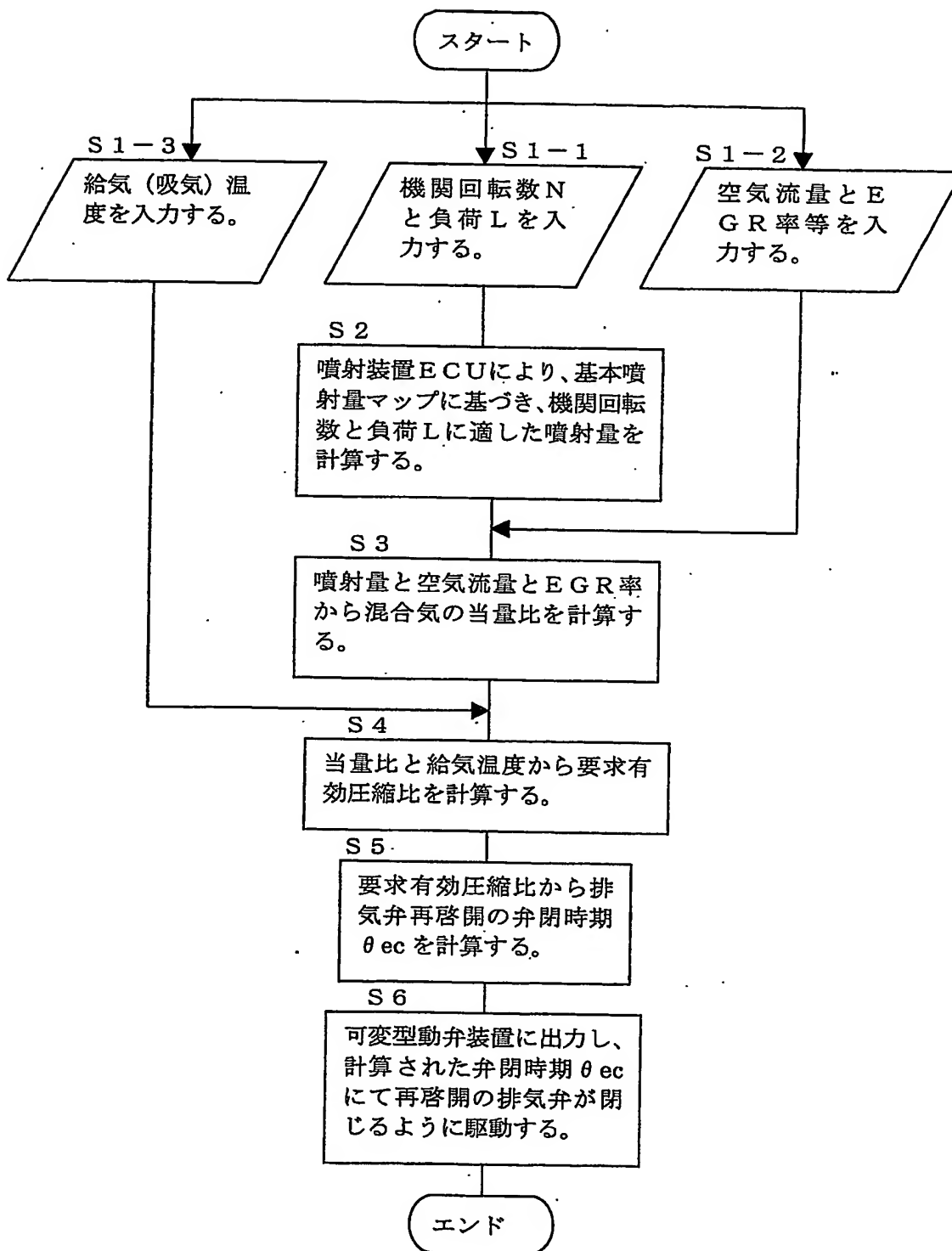


図 1 7

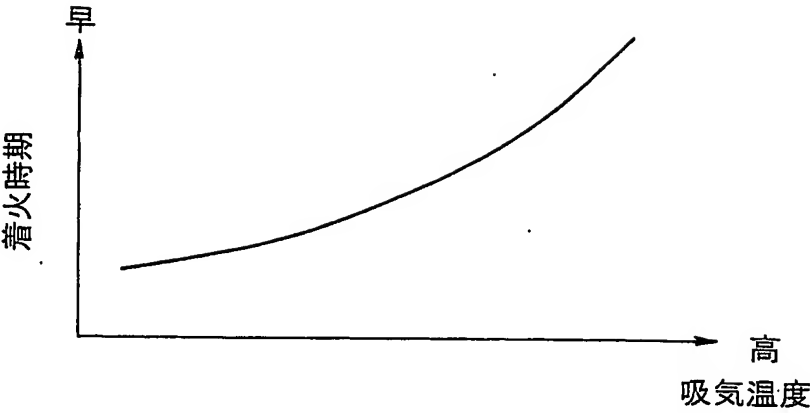
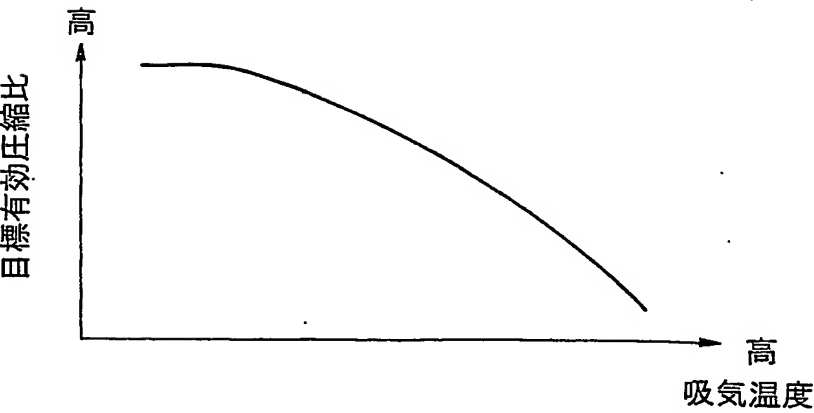
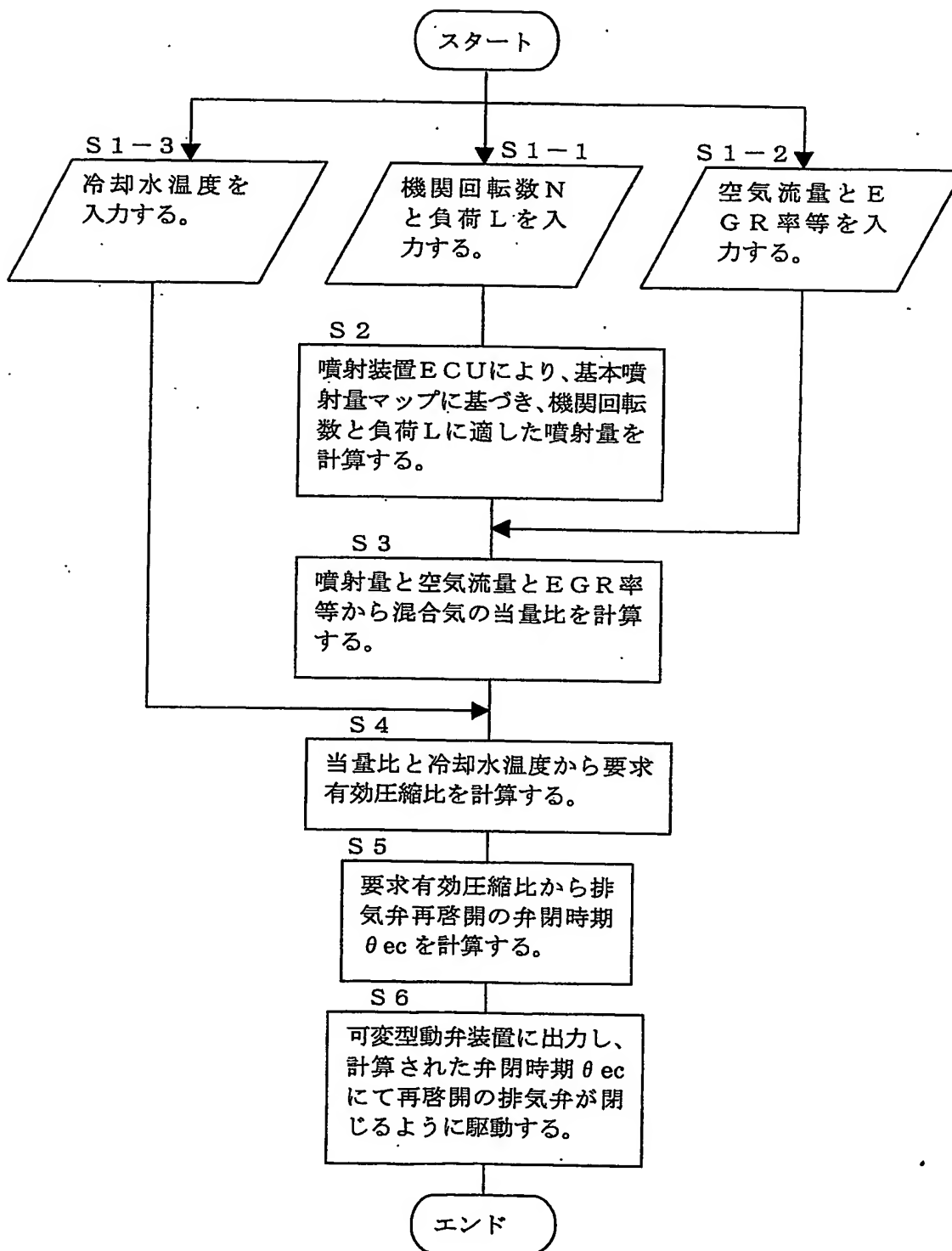


図 1 8



1.4/1.9

図 1 9



15/19

图 20

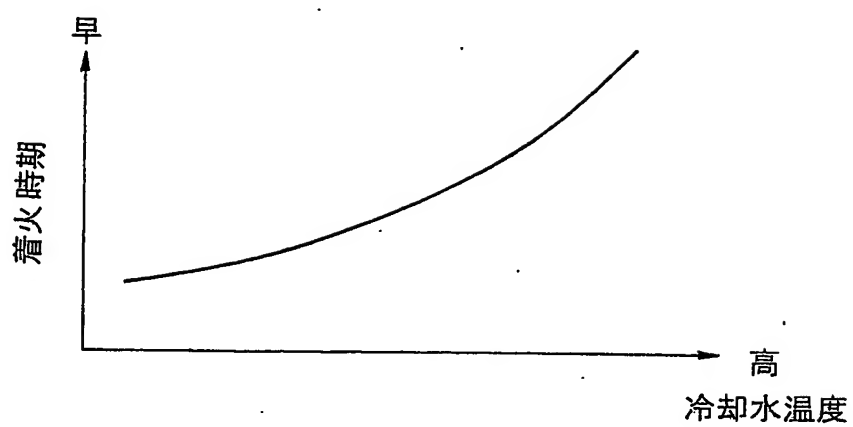
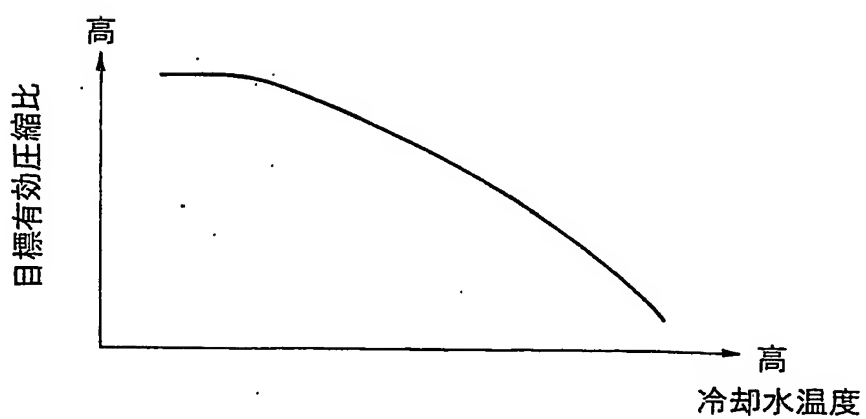
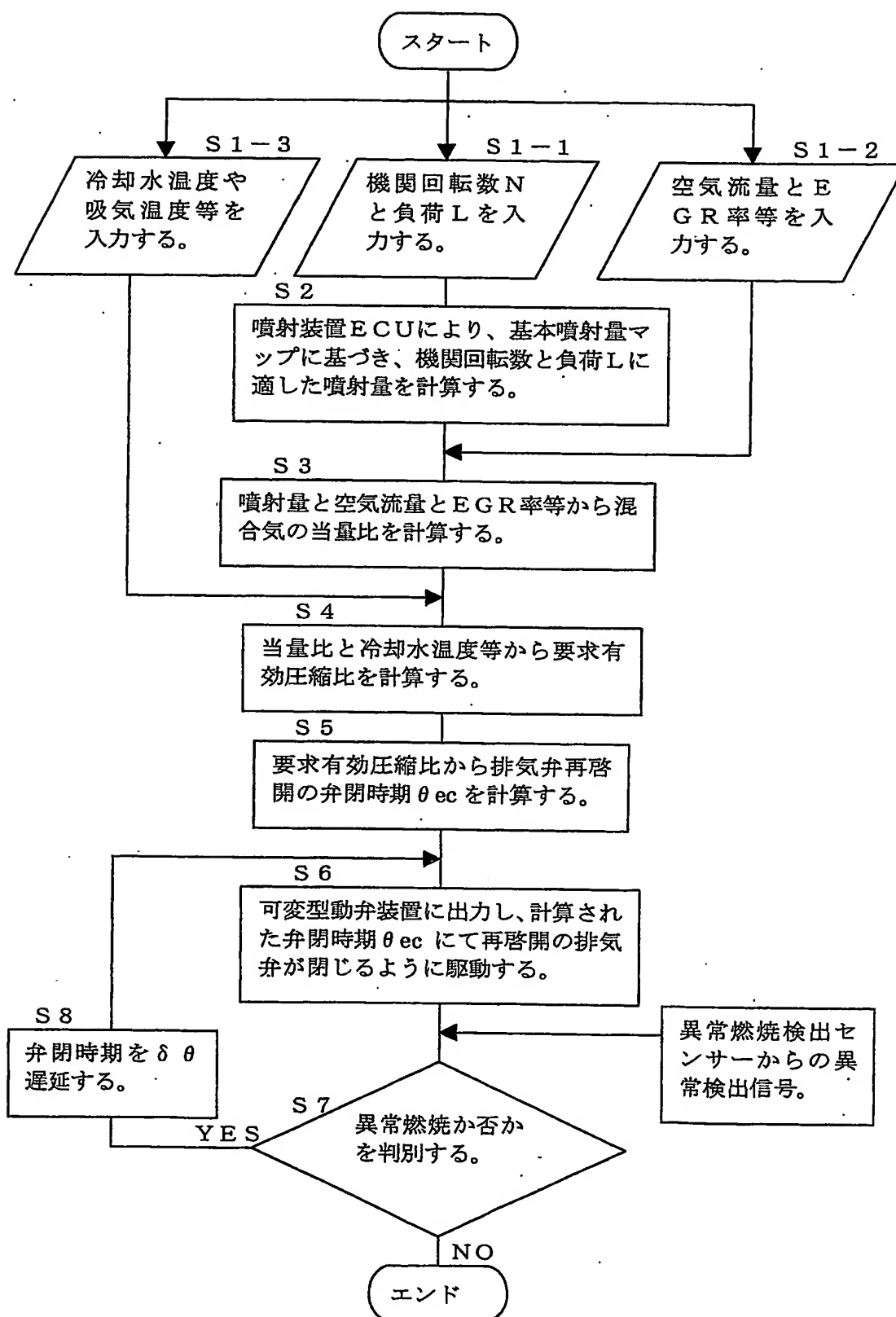


图 21



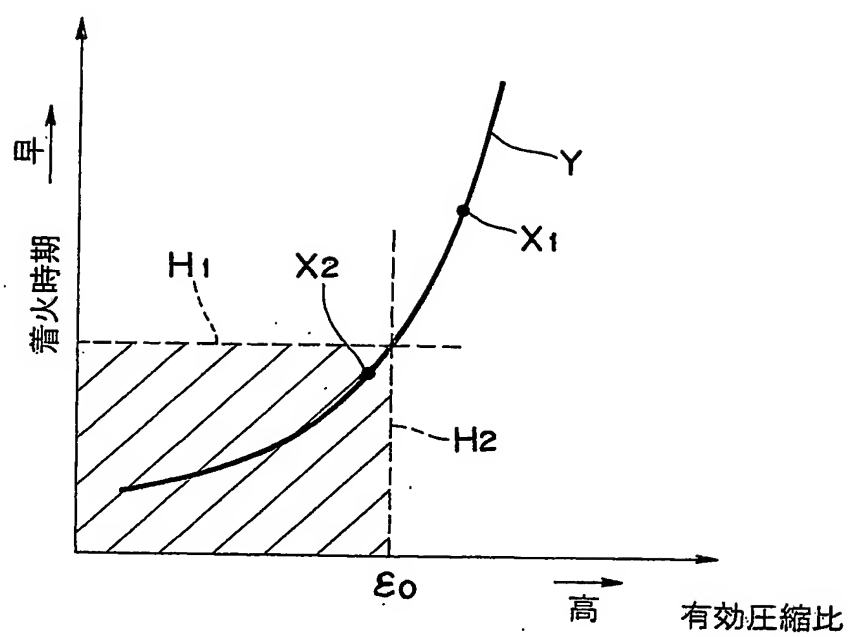
16/19

図 2 2



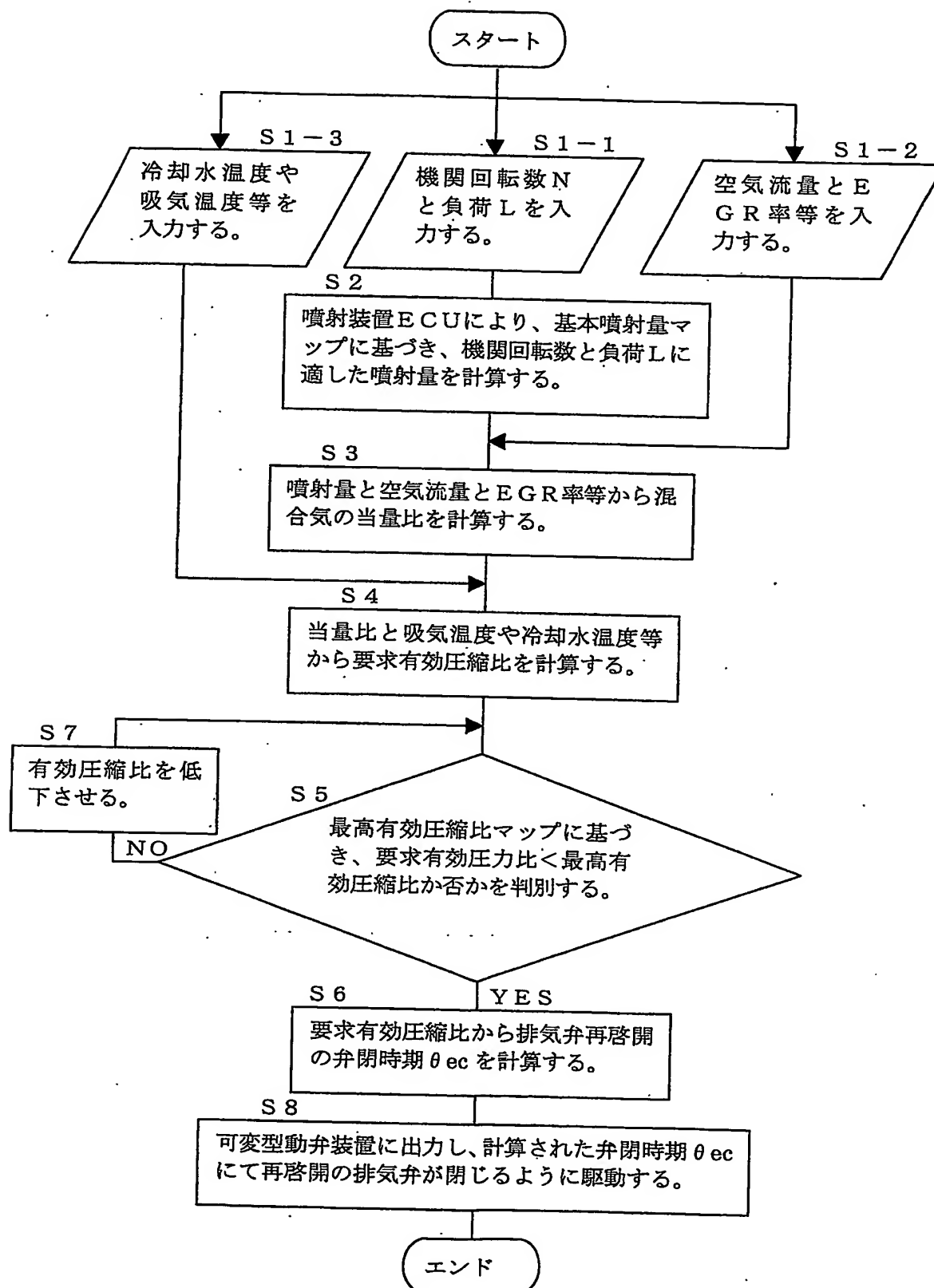
17/19

図 2 3



18 / 19

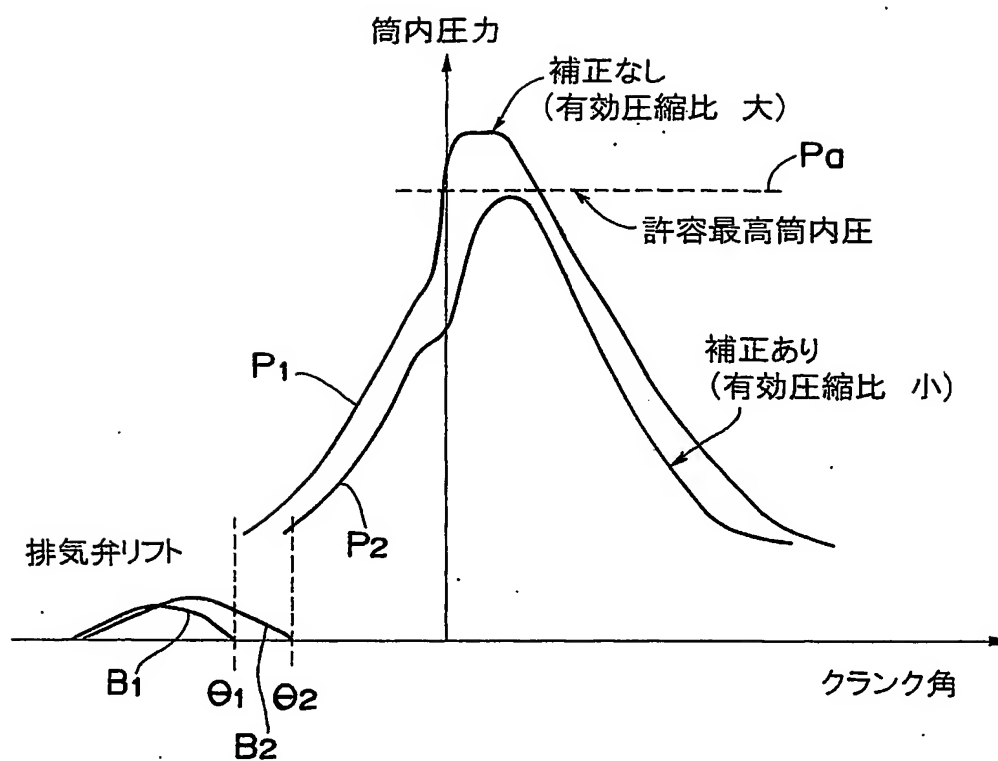
図 2 4





19 / 19

図 25



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000192

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F02D13/02, F02D15/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F02D13/02, F02D15/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2002-188474 A (Mazda Motor Corp.), 05 July, 2002 (05.07.02), Full text; Fig. 7 (Family: none)	1, 2, 4 3, 5-9
Y	JP 11-257108 A (Hitachi, Ltd.), 21 September, 1999 (21.09.99), Full text; Figs. 8, 9 & US 2002-11233 A1 & DE 19908454 A	3, 6, 9
Y	JP 7-259655 A (Komatsu Ltd.), 09 October, 1995 (09.10.95), Par. Nos. [0020], [0021]; Figs. 8, 9 & US 5682854 A1 & WO 95/24549 A1	5, 9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
14 April, 2004 (14.04.04)Date of mailing of the international search report  
27 April, 2004 (27.04.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000192

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 16284/1985 (Laid-open No. 132434/1986) (Mitsubishi Motors Corp.), 19 August, 1986 (19.08.86), Full text; all drawings (Family: none)	7,9
Y	JP 11-210539 A (Toyota Motor Corp.), 03 August, 1999 (03.08.99), Par. No. [0070]; Fig. 14 & US 6293246 B1	8,9

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> F02D 13/02  
F02D 15/04

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> F02D 13/02  
F02D 15/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922 - 1996年  
日本国公開実用新案公報 1971 - 2004年  
日本国実用新案登録公報 1996 - 2004年  
日本国登録実用新案公報 1994 - 2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 2002-188474 A (マツダ株式会社) 2002. 07. 05, 全文, 第7図 (ファミリーなし)	1, 2, 4 3, 5-9
Y	JP 11-257108 A (株式会社日立製作所) 1999. 09. 21, 全文, 第8図, 第9図 & US 2002-112 33 A1 & DE 19908454 A	3, 6, 9
Y	JP 7-259655 A (株式会社小松製作所) 1995. 1 0. 09, 【0020】, 【0021】, 第8図, 第9図 & U S 5682854 A1 & WO 95/24549 A1	5, 9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 04. 2004

国際調査報告の発送日

27. 4. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

倉橋 紀夫

3G

9622

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (2004年1月)